

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 28 938 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 01 N 3/027

⑳ Aktenzeichen: 101 28 938.3
㉒ Anmeldetag: 18. 6. 2001
㉔ Offenlegungstag: 2. 1. 2003

DE 101 28 938 A 1

㉑ Anmelder:
HJS Fahrzeugtechnik GmbH & Co, 58706 Menden,
DE
㉕ Vertreter:
Wittner & Müller, 73614 Schorndorf

㉒ Erfinder:
Fränkle, Gerhard Jürgen, Dr., 73630 Remshalden,
DE; Schulte, Hermann Josef, 58710 Menden, DE;
Frisse, Hans Peter, Dr., 52134 Herzogenrath, DE;
Jutka, Carsten, Dr., 58710 Menden, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 198 55 092 A1
DE 42 43 990 A1
DE 38 21 143 A1
DE 38 07 539 A1
DE 37 23 544 A1
EP 08 49 444 A2
EP 08 37 226 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Abtrennen von Rußpartikeln in Partikelfiltern, und Partikelfilter hierzu

⑤⑦ Es wird ein Verfahren zur Regeneration von Partikelfiltern vorgeschlagen, bei dem im Hinblick auf einen möglichst geringen Bedarf an Heizenergie die Regeneration sowohl örtlich wie auch zeitlich in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsparametern durchgeführt wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf Partikelfilter zur Durchführung des Verfahrens.

DE 101 28 938 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abtrennen von Rußpartikeln in Partikelfiltern, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie Partikelfilter hierzu.

[0002] Partikelfilter finden insbesondere in Verbindung mit Dieselmotoren Verwendung, um als Rußfilter den unerwünschten Rußausstoß zu reduzieren. In der Breite hat sich die Anwendung von Partikelfiltern aber noch nicht durchgesetzt, da sie in der Praxis nicht unproblematisch sind, insbesondere hinsichtlich der Rußentsorgung durch Abbrennen des Rußes und der Entfernung der Rückstände.

[0003] Da für das Abbrennen des Rußes Temperaturen ab etwa 550° erforderlich sind, die als Abgastemperaturen bei modernen dieselmotorengetriebenen Brennkraftmaschinen selten erreichbar sind, sind Zusatzmaßnahmen erforderlich.

[0004] Zum Abbrennen von Rußpartikeln ist es u. a. bekannt, die Abgastemperatur auf die Reaktionstemperatur der Rußpartikel durch externe Wärmezufuhr zu erhöhen. Die hierfür erforderliche Energiezufuhr ist bei den bekannten Lösungen erheblich und verlangt, so beispielsweise für das Abbrennen des Rußes bei in Baumaschinen eingesetzten Rußfilteranlagen, leistungsstarke Brenner.

[0005] Insbesondere auf Personenkraftwagen lassen sich derartige Überlegungen nicht umsetzen und dies sowohl bezüglich des konstruktiven und baulichen Aufwandes einschließlich des Raumbedarfes, wie auch bezüglich der Wartung.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Abbrennen von Rußpartikeln in Partikelfiltern aufzuzeigen, bei dem das Abbrennen des Rußes im erforderlichen Umfang mit bezüglich der externen Wärmezufuhr soweit verringertem Energiebedarf durchgeführt werden kann, dass es auch für Partikelfilter von in Personenkraftwagen eingesetzten Brennkraftmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, nutzbar ist. Neben dem entsprechenden Verfahren sollen durch die Erfindung zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtungen aufgezeigt werden.

[0007] Erreicht wird dies durch das erfindungsgemäße Verfahren, sowie mit zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Partikelfiltern gemäß der Erfindung.

[0008] Für das erfindungsgemäße Verfahren werden die im Abgas enthaltenen Rußpartikel auf Filterflächen von Filterelementen flächig abgelagert, die Spalträume, insbesondere einseitig endgeschlossene Spalträume, begrenzen, wobei benachbarte, über Filterflächen getrennte Spalträume insbesondere wechselseitig gegen die Anström- und die Abströmseite offen sind. Das Abbrennen des Rußes erfolgt in diesen Spalträumen durch flächige elektrische Beheizung. Dieser Grundaufbau geht aus von der Ablagerung des Rußes in im wesentlichen gleichmäßiger Verteilung und in verhältnismäßig dünnen Schichten auf den Filterflächen, so dass bei entsprechend flächigem Wärmeeintrag bevorzugt über entsprechend flächige Heizelemente, auch aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Rußbelages, eine verlustarme Aufheizung desselben, und damit mit vergleichsweise geringer Heizenergie eine Anhebung der Temperatur des Rußes auf Abrenntemperatur möglich ist. Die insbesondere flächige Beheizung lässt sich raumsparend und mit hohem Wirkungsgrad elektrisch erreichen, wobei sich eine berührungslose, aber nahezu berührend flächige Aufheizung, also eine Beheizung bei geringem Abstand zwischen Heizelement und Filterfläche als besonders vorteilhaft erweist.

[0009] Um eine Konzentration der zur Verfügung stehenden Heizenergie möglich zu machen, und damit auch bei vergleichsweise geringer Heizleistung in kurzen Zeiträumen

die angestrebte Temperaturerhöhung zumindest partiell zu erreichen, erweist es sich als zweckmäßig, die Filterflächen der Filterelemente flächenanteilig, insbesondere sektoriell aufzuheizen, wobei die einzelnen Filterelemente, oder auch Flächenanteile dieser Filterelemente zeitversetzt, insbesondere sequentiell beheizt werden können.

[0010] Für einen derartigen Verfahrensablauf findet Berücksichtigung, dass bei völlig freier Filteroberfläche bei Volllast und Nenndrehzahl ein vorgegebener maximaler Gegendruck nicht überschritten werden sollte. Im Rahmen einer derartigen Grundausslegung kann, bezogen auf den maximal zulässigen Abgasgegendruck, der freie Flächenanteil der Filterelemente aber reduziert sein, so insbesondere bei gegenüber der Nenndrehzahl reduzierter Drehzahl der Brennkraftmaschine. So ist bei einer Grundausslegung auf einen vorgegebenen Gegendruck (z. B. 200 mbar) bei Volllast und Nenndrehzahl nur ein begrenzter Anstieg des Abgasgegendruckes (z. B. auf etwa 800 mbar) zu erwarten, wenn die freie Filterfläche (z. B. um etwa 50%) verringert und die Drehzahl gegenüber der Nenndrehzahl (z. B. auf etwa 85–90%) reduziert wird.

[0011] Da insbesondere bei Personenkraftwagen deren Motoren im Regelfall nicht längere Zeit unter Volllast bei Nenndrehzahl betrieben werden und derartige Fahrzustände im üblichen Straßenverkehr auch nur selten möglich sind, steht, zeitlich sowie bezogen auf die Filterfläche, ein verhältnismäßig großer Bereich für Regenerationszwecke zur Verfügung. Hiervon wird Gebrauch gemacht, wenn jeweils lediglich auf Bereichen der Filterfläche der Ruß abgebrannt wird, und dies gegebenenfalls zeitlich versetzt, wobei es sich als zweckmäßig erweist, das Abbrennen des Rußes in einem bezogen auf die Nenndrehzahl mittleren oder oberen Drehzahlbereich durchzuführen.

[0012] Zweckmäßig kann es hierfür sein, wenn die maximale Wärmezufuhr für das Abbrennen des Rußes die Freihaltung eines Flächenanteils ausgelegt ist, der unterhalb von 75% der freien, maximal zur Verfügung stehenden Filterfläche liegt.

[0013] Es wird also davon ausgegangen, dass in Berücksichtigung des zulässigen Gegendruckes nur ein Anteil der Filterfläche jeweils freigehalten werden muß und dieser Anteil dadurch freigehalten werden kann, dass auf jeweils vorgegebenen Bereichen der Filterfläche zeitlich versetzt mit entsprechender Heizenergie die Abbrennung des Rußes erfolgt. Die partielle Beaufschlagung macht es möglich, bei verhältnismäßig kleiner zur Verfügung stehender Heizleistung jeweils ein Abbrennen des Rußes in entsprechenden Bereichen zu erreichen, wobei die dabei freigesetzte Wärme wiederum zur Temperaturerhöhung insgesamt zur Verfügung steht, so dass das erfindungsgemäße Verfahren einen vergleichsweise geringen Bedarf an externer Wärmezufuhr nach sich zieht und damit die Voraussetzungen dafür schafft, den erforderlichen Heizenergiebedarf beispielsweise über das Bordnetz eines Personenkraftwagens decken zu können. Bedarfsweise kann dieses verstärkt ausgelegt sein, unter Umständen auch durch die Verwendung einer fahrzustandsabhängig als Generator betriebenen Starter-Generator-Einheit.

[0014] In diesem Sinne erweist es sich auch als vorteilhaft, die Größe der jeweils durch Abbrennen des Rußes zu regenerierenden Flächenanteile in Berücksichtigung des Fahrverhaltens des Fahrers des Fahrzeuges festzulegen, oder auch in Berücksichtigung der Auswertung vorausgegangener Fahrkollektive, wobei sich die Möglichkeit bietet, ergänzend weitere Steuerparameter zu berücksichtigen. Solche Steuerparameter sind beispielsweise der Abgasgegendruck, die Temperatur des Partikelfilters, die Masse der angesaugten Luft, der Betriebszustand der Brennkraftma-

schine und/oder der Fahrzustand des Fahrzeuges, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Abbrennen des Rußes von Rußpartikeln für die Regeneration des diesbezüglich verwendeten Partikelfilters arbeitet.

[0015] Als besonders zweckmäßig erweist sich zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Verwendung von Partikelfiltern, deren Filterflächen durch im Filterweg liegende Sintermetallplatten oder Sintermetallscheiben geringer Dicke gebildet sind, wobei diese Platten oder Scheiben, die selbsttragend ausgebildet oder auch auf Traggerüsten angeordnet sein können, bevorzugt so angeordnet sind, dass sie Filtertaschen bilden, die zu einem Filterkörper mit zentralem Innenraum zusammengefasst sind. Die Filtertaschen liegen mit ihren Filterflächen bevorzugt in etwa radialen Erstreckungsebenen und begrenzen bei mäanderförmiger Außenkontur des Filterkörpers abwechselnd gegen den zentralen Innenraum und in Gegenrichtung sich öffnende, radiale Spalträume oder Taschen, wobei in Verbindung mit axialer Abströmung insbesondere eine radiale Anströmung auf die Filterflächen vorgesehen ist.

[0016] Im Rahmen der Erfindung können sich die Filterflächen, in Abhängigkeit vom Aufbau des Filterkörpers, im wesentlichen quer zur Erstreckungsrichtung des zentralen Innenraumes oder in Längsrichtung desselben erstrecken, wobei insbesondere die Anordnung in quer zur Erstreckungsrichtung des zentralen Innenraumes liegenden Ebenen die Möglichkeit bietet, die Querschnitte der radialen Spalträume über ihre radiale Erstreckung nahezu beliebig zu gestalten, so dass sich auch die An- und Abströmverhältnisse günstig beeinflussen lassen und günstige Voraussetzungen zur Anordnung der Heizelemente erreichbar sind.

[0017] Der Filterkörper kann im Rahmen der Erfindung auch aus Filtertaschen aufgebaut sein, die wechselseitig axial offene Spalträume begrenzen und axial durchströmbar sind. Weiter liegen im Rahmen der Erfindung auch Lösungen mit ringförmig einander umschließenden, wechselseitig axial offenen Spalträumen.

[0018] Die Anordnung der Heizelemente relativ zu den Filterflächen, sowie auch die Gestaltung der Oberflächenkontur der Filterflächen und/oder der Heizelemente bietet im Rahmen der Erfindung zusätzliche Möglichkeiten, die Strömungsverhältnisse für das Abgas im Bereich des Filterkörpers sowie auch die Verteilung des Gasdurchsatzes pro Flächeneinheit zu beeinflussen, gegebenenfalls in Verbindung mit der Beeinflussung der Wärmeeinstrahlung auf die Filterflächen, so dass baulich und funktionell im Rahmen der Erfindung vielfältige Einflussmöglichkeiten gegeben sind.

[0019] In Ausgestaltung der Erfindung bestehen zusätzliche Möglichkeiten zur wechselseitigen Abstützung zwischen den Filterelementen, die durch Filtertaschen gebildet sind, deren Seitenwände als Filterflächen dienen, und den Heizelementen, wobei die Heizelemente in den endseitig geschlossenen Spalträumen angeordnet sind, die durch die Seitenwände der Filtertaschen gebildet sind. Hierbei können die Heizelemente mit Vorteil jeweils als eine Einheit aus Halterung und mindestens einem zugehörigen Heizleiter aufgebaut sein, wobei die Halterung einen Tragrahmen für den oder die zugehörigen Heizleiter bildet und wobei bezogen auf einen Spaltraum mehrere derartige Heizelemente in Umfangsrichtung aufeinander folgend vorgesehen sein können, wodurch die getrennte Ansteuerung der jeweiligen Heizelemente, also auch eine flächenmäßig aufgeteilte, insbesondere sektorielle Aufheizung bei geringem Aufwand ermöglicht wird. Für den jeweiligen Rahmen erweist es sich als zweckmäßig, diesen als in sich geschlossenen, flächigen Rahmen auszubilden, der den Heizleiter umschließt und der seinerseits bevorzugt alternierend radial innen und radial au-

ßen, sowie in Umfangsrichtung versetzt, punktuelle Abstützungen zu den einander gegenüberliegenden, einen Spaltraum begrenzenden Filterflächen der Filterelemente aufweist, so dass sich eine wechselseitige Abstützung mit Verstärkung des Gesamtaufbaus des Filterkörpers ergibt.

[0020] Im Rahmen der Erfindung können desweiteren sowohl die Heizelemente wie auch die Filterelemente, und dies auch unabhängig voneinander, katalytisch beschichtet sein und/oder als Katalysator ausgebildet sein, wobei eine derartige Nutzung unabhängig oder auch kombiniert dazu möglich ist, dass die Heizelemente bezüglich ihrer Heizleiter und/oder die Filterelemente, insbesondere die Seitenwände der als Filtertaschen gestalteten Filterelemente, elektrisch isolierend beschichtet sind, um Kontaktbrücken zu vermeiden.

[0021] Bezogen auf elektrische Heizelemente in Form von Flachheizkörpern, die insbesondere als segmentierte oder unsegmentierte Scheiben oder Gitter mit oder ohne Rahmen ausgebildet sind und die in nach radial außen offenen Spalträumen liegen oder in diese eintauchen, erweist es sich insbesondere als zweckmäßig, die Heizelemente halbringförmig auszubilden und zu Gruppen zusammengefasst kammartig zwischen in Längsrichtung des zentralen Innenraumes des Partikelfilters hintereinander liegende radiale Spalträume einzuschieben. Eine solche kammartige Zusammenfassung von Heizelementen kann über einen radial außen liegenden Kammrücken erfolgen, dem auch die für die Beheizung erforderlichen elektrischen Anschlüsse zugeordnet werden. Werden einander gegenüberliegend derartige, kammartig zusammengefasste Heizelemente vorgesehen, so ist mit vergleichsweise geringem Aufwand eine Beheizung nahezu der gesamten Filterflächen möglich, die bei entsprechender Aufteilung der Heizkreise und entsprechender Ansteuerung sowohl sequentiell, d. h. einzeln in vorgegebener Abfolge für die Filterflächen, wie auch sektoriell bezüglich bestimmter Bereiche der Filterflächen vorgenommen werden kann, und dies gegebenenfalls zusätzlich frequenzmoduliert in Berücksichtigung vorgegebener Arbeitsparameter. Analog können Heizelemente, insbesondere auch stabförmige Heizelemente, gegebenenfalls in Gruppen zusammengefasst, auch in axial sich erstreckende Spalträume eintauchen.

[0022] Insbesondere bei gitterartigen oder durchbrochenen Strukturen für die Heizelemente ergibt sich durch diese auch bei kammartiger Ausbildung keine wesentliche Beeinträchtigung in der Anströmung der Filterflächen, wobei diese im Rahmen der erfindungsgemäß vorgesehenen Beheizung bevorzugt von außen nach innen durchströmt werden, derart, dass der zentrale Innenraum den Abströmkanal bildet. In Abstimmung auf die Heizelemente können auch die Filterflächen ausgestaltet sein, so z. B. mit variabler Porosität, wobei für die Filterflächen auch eigenständige Lösungen darin bestehen, Filtermatten, Beflockungen oder dergleichen nicht selbsttragende Filterstrukturen auf Traggerüsten anzuordnen.

[0023] Im Rahmen der Erfindung vorgesehene Heizleiter können als Heizstäbe, Heizschlangen oder dergleichen ausgebildet sein, und dies insbesondere auch eingesetzt in Tragrahmen.

[0024] Im Rahmen der Erfindung können auch Heizleiter in Folienform Verwendung finden, die über Tragrahmen gespannt und getragen sind.

[0025] Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, die insbesondere als Filtertaschen gestalteten Filterelemente selbst zu Trägern der Heizelemente zu machen, wobei die Heizelemente bevorzugt den Filterflächen anströmseitig vorgelagert, insbesondere über Abstützungen vorgelagert sein können.

[0026] Für den Aufbau des Filterkörpers ergibt sich eine besonders einfache Konstruktion, wenn dieser aus gegen den zentralen Innenraum radial offenen Filtertaschen als Filterelementen aufgebaut ist, derart, dass sich ein in Mäanderstruktur gestalteter Filterkörper ergibt, dessen radial äußere Umfangsabschnitte durch die Böden der Filtertaschen gebildet sind, wobei jeweils benachbarte Filtertaschen mit ihren einander zugewandten Seitenwänden radial nach außen offene Spalräume begrenzen. Mit ihren radial innen liegenden Rändern bilden die Seitenwände der Filtertaschen die radial inneren Umfangsabschnitte der mäanderförmigen Struktur und damit die Übergangsbereiche zur jeweils benachbarten Seitenwand der nächst folgenden Filtertasche.

[0027] Damit ergibt sich ein Grundaufbau, der in einfacher Weise die Verwendung gleicher Grundelemente für den Aufbau des Filterkörpers ermöglicht. Insbesondere ist ein solcher Grundaufbau für durch Sintermetallplatten gebildete Filterflächen zweckmäßig, wobei die Sintermetallplatten radial innen und radial außen gegenüber dem Mittelbereich als Bezugsebene nach entgegengesetzten Seiten abgesetzte Randbereiche aufweisen, die ihrerseits Befestigungsbereiche zur jeweils nächst folgenden Sintermetallplatte bilden und damit den radial äußeren bzw. radial inneren Übergang der mäanderförmigen Konstruktion.

[0028] Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen. Insbesondere wird die Erfindung nachstehend mit weiteren Einzelheiten anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

[0029] Fig. 1 in stark schematisierter Querschnittsdarstellung einen Partikelfilter mit sternförmig um einen zentralen Innenraum angeordneten, sich in Längsrichtung des Innenraumes erstreckenden und gegen den Innenraum offenen Filtertaschen, von denen jeweils aufeinander folgende mit ihren einander benachbarten und einander zugewandten Seitenwänden nach außen sich öffnende Spalräume begrenzen, so dass sich in Umfangsrichtung des Filterkörpers eine mäanderförmige Kontur ergibt, deren radial äußere Umfangsabschnitte durch die Bodenbereiche der als Filtertaschen gebildeten Filterelemente gebildet sind, denen in Längsrichtung verlaufende elektrische Rohrheizkörper als Heizelemente zugeordnet sind,

[0030] Fig. 2 eine weitere Ausgestaltungsform eines Partikelfilters, wobei in diesem Fall die als Filtertaschen ausgestalteten Filterelemente ringförmig einen zentralen Innenraum umschließen und sich quer zu dessen Längsrichtung erstrecken, derart, dass sich im Längsquerschnitt eine mäanderförmige Außenkontur des Filterkörpers ergibt, bei der die Bodenbereiche der gegen den zentralen Innenraum offenen Filtertaschen die radial außen liegenden Abschnitte der Mäanderkontur bilden, wobei die Filtertaschen selbst als elektrische Heizelemente ausgebildet und direkt beheizt sind,

[0031] Fig. 3 bezogen auf einen entsprechend Fig. 2 gestalteten Filterkörper die Anordnung stabförmiger Strahlungsheizkörper im Bodenbereich, d. h. im radial außen liegenden Bereich der gegen den zentralen Innenraum offenen Filtertaschen, wobei die als Heizelemente vorgesehenen Strahlungsheizkörper sich in Längsrichtung des Filterkörpers quer zu den Filtertaschen erstrecken und den Filterkörper nebeneinander liegend käfigartig umschließen und wobei den Strahlungsheizkörpern Reflektoren zugeordnet sind und die Strahlungsheizkörper über die als Filtertaschen gestalteten Filterelemente getragen oder über ein gesondertes Traggerüst gehalten sind,

[0032] Fig. 4 bezogen auf einen Grundaufbau eines Filterkörpers gemäß Fig. 2, dem Bodenbereich der Filtertaschen zugeordnete Rohrheizkörper als Heizelemente, wobei die Rohrheizkörper in Umfangsrichtung der Filtertaschen, also quer zur Längserstreckung des Filterkörpers verlaufen und

die Rohrheizkörper in den Bodenbereich der Filtertaschen integriert sind oder diesen bilden,

[0033] Fig. 5 einen im Grundaufbau dem Partikelfilter gemäß Fig. 2 entsprechenden Filterkörper, wiederum in einer Prinzipdarstellung, wobei als Heizelemente Flachheizkörper vorgesehen sind, die in die nach radial außen offenen, zwischen Filtertaschen liegenden Spalräume eingelegt sind und als Strahlungsheizkörper flächig parallel verlaufend zu den Filterflächen bildenden Seitenwänden der Filtertaschen liegen,

[0034] Fig. 6 eine weitere, stark schematisierte Teildarstellung eines im Grundaufbau der Fig. 2 entsprechenden Filterkörpers, wobei die zwischen den Filterflächen bildenden Seitenwänden aufeinander folgender Filtertaschen liegenden Heizelemente einen gegen die Seitenwände tragend abgestützten Rahmen aufweisen, der die Halterung für den oder die Heizleiter des jeweiligen Heizelementes bildet,

[0035] Fig. 7 eine vergrößerte Darstellung der einander zugewandten und einander benachbarten Seitenwände zweier aufeinander folgender Filtertaschen eines Filterkörpers mit zwischen deren Seitenwänden angeordnetem Heizelement,

[0036] Fig. 8 das Heizelement gemäß Fig. 7 mit seinem Tragrahmen und den gegen den Tragrahmen fixierten Heizleitern, in Richtung des Pfeiles VIII gesehen,

[0037] Fig. 9 eine Seitenansicht des Heizelementes gemäß Fig. 8 in Richtung des Pfeiles IX,

[0038] Fig. 10 und 11 in einem Grundaufbau gemäß Fig. 5 für die in die nach radial außen offenen Spalräume, die durch die einander benachbarten Seitenwände aufeinander folgender Filtertaschen gebildet sind, eingelegten Flachheizkörper eine Ausbildung der einzelnen, als Heizelemente dienenden Flachheizkörper in Halbringform, wobei mehrere derartige, halbringförmige Flachheizkörper einem gemeinsamen Träger zugeordnet sind und kammartig in die Spalräume eingreifen,

[0039] Fig. 12 und 13 eine den Fig. 10 und 11 entsprechende Darstellung bei grundsätzlich gleichem Aufbau, wobei die über den Umfang der Filtertaschen vollflächige Beheizbarkeit der durch die Seitenwände der Filtertaschen gebildeten Filterflächen dadurch veranschaulicht ist, dass der in Fig. 10 und 11 gezeigte Grundaufbau verdoppelt ist und einander gegenüberliegend halbkreisförmige Flachheizkörper vorgesehen sind, die kammartig zwischen aufeinander folgende Filtertaschen eingreifen und jeweils einem gemeinsamen Träger zugeordnet sind, wobei die Träger miteinander verbunden sein können,

[0040] Fig. 14 eine Schemadarstellung, in der auf einen Grundaufbau gemäß Fig. 10 und 11 bzw. 12 und 13 zurückgegriffen ist und bei der den Flachheizkörpern eine elektrisch isolierende Beschichtung zugeordnet ist, die als Träger eines Katalyten dienen oder katalytisch getränkt sein kann,

[0041] Fig. 15 eine Schemadarstellung eines möglichen Schaltungskonzeptes für die sequentielle und/oder sektorielle Regeneration des Partikelfilters mit der zusätzlich angedeuteten Möglichkeit der unabhängig von der Regeneration erfolgenden Beheizung der katalytischen Elemente, um diese auf einer vorgegebenen Mindesttemperatur zu halten.

[0042] Der in Fig. 1 in schematisierter Querschnittsdarstellung gezeigte Partikelfilter 1 weist einen zentralen Innenraum 2 auf, dessen Längsachse mit 3 bezeichnet ist und der von einer Vielzahl von in Richtung der Längsachse 3 sich erstreckenden Filterelemente bildenden Filtertaschen 4 begrenzt und umschlossen ist. Die Filtertaschen 4 sind in Umfangsrichtung zueinander beabstandet angeordnet, und zwar zentrisch zur Längsachse 3 und radial innen, also den Innenraum 2 begrenzend, miteinander verbunden, so dass

sich ein insgesamt zylindrischer Filterkörper 5 ergibt, bei dem die in Richtung der Längsachse 3 sich erstreckenden Filtertaschen 4 einen den Innenraum 2 umschließenden Filterring bilden. Unter Beibehaltung des grundsätzlichen Aufbauprinzips sind selbstverständlich auch abweichende Formen des Filterkörpers, so insbesondere Ovalformen oder dergleichen möglich.

[0043] Die Filtertaschen 4 weisen einen radial außen liegenden Boden 6 und Seitenwände 7 auf, so dass sich ein U-förmiger Taschenquerschnitt ergibt, der gegenüberliegend zum Boden 6 jeweils gegen den zentralen Innenraum 2 offen ist, wobei jeweils benachbarte Filtertaschen 4, bei insgesamt sternförmiger Anordnung derselben zur Längsachse 3, bezüglich ihrer Seitenwände 7 zueinander beabstandet liegen und lediglich im Bereich ihrer dem Innenraum 2 benachbarten Längsränder 8 verbunden sind. Dieser Aufbau des Filterkörpers 5 führt zu einer Grundkonfiguration, bei der der Filterkörper 5 in Umfangsrichtung eine mäandrierende Kontur aufweist, mit zwischen den Seitenwänden 7 einander benachbarter Filtertaschen 4 liegenden, nach radial außen offenen Spalträumen 9 und durch die Filtertaschen 4 begrenzten, radial nach innen offenen Spalträumen 10.

[0044] Die Filtertaschen 4 bestehen entsprechend der Gestaltung des Partikelfilters als Sintermetallfilter aus Sintermetallplatten geringer Dicke und hoher Porosität. Für einen Partikelfilter 1 mit einem derartigen Filterkörper 5 erweist es sich als zweckmäßig, diesen von radial außen nach radial innen zu durchströmen, so dass das gefilterte Abgas über den zentralen Innenraum 3 abgeführt wird.

[0045] Zum Abbrennen von sich außenseitig auf den Filtertaschen 4, also auf den Seitenwänden 7 der Filtertaschen 4 als Filterflächen, insbesondere in den Spalträumen 9 abgelagerten Partikeln, besonders Rußpartikeln ist eine Beheizung des Filterkörpers 5 vorgesehen. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 dienen hierzu Rohrheizkörper 11, die als elektrisch beheizte Elemente im Bodenbereich der Filtertaschen 4, also im Anströmbereich auf die Filtertaschen 4 angeordnet sind und sich in Längsrichtung der Filtertaschen 4 erstrecken, wobei die Rohrheizkörper 11 insbesondere im Bereich eines oder beider ihrer Enden mit den erforderlichen elektrischen Anschlüssen versehen sein können, was nicht dargestellt ist. In der Darstellung gemäß Fig. 1 sind die Filtertaschen 4 alternierend mit Rohrheizkörpern 11 belegt, es können im Rahmen der Erfindung aber auch anderweitige Belegungen vorgesehen sein, so beispielsweise auch die Zuordnung von Rohrheizkörpern 11 zu jeder der Filtertaschen 4.

[0046] Die Rohrheizkörper 11 gemäß Fig. 1 stehen als Beispiel für eine mögliche Ausgestaltung der Beheizung des Partikelfilters 1, und es sind in den nachfolgenden Ausführungen weitere diesbezügliche Möglichkeiten aufgezeigt, die in entsprechender Anordnung auch in Verbindung mit Filterkörpern 5 gemäß Fig. 1 Anwendung finden können.

[0047] Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 veranschaulicht, dass eine sehr dichte Packung von Filtertaschen 4 im Rahmen der Erfindung möglich ist, wobei im Ausführungsbeispiel der Umfangswinkel 12 zwischen aufeinander folgenden Filtertaschen 5° beträgt, so dass der Partikelfilter 1 insgesamt trotz vorgesehener Beheizung ein verhältnismäßig kleinbauendes Element bildet.

[0048] Eine weitere Grundkonfiguration eines Partikelfilters 21 ist in Fig. 2 schematisiert veranschaulicht, wobei der axial sich erstreckende, zentrale Innenraum mit 22 bezeichnet ist, und die Längsachse desselben mit 23. Die als Filtertaschen 24 ausgebildeten Filterelemente erstrecken sich, abweichend vom Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 mit in Richtung der Längsachse 3 verlaufenden Filtertaschen 4, quer zur Längsachse 23, umschließen also jeweils die

Längsachse 23, so dass sich ein Filterkörper 25 ergibt, der in Erstreckungsrichtung der Längsachse 23 eine mäandrierende Außenkontur aufweist, bei der radial nach außen sich öffnende Spalträume 29 mit radial nach innen sich öffnenden Spalträumen 30 abwechseln, wobei die radial nach innen sich öffnenden Spalträume 30 durch die ringförmigen Filtertaschen 24 begrenzt sind, deren bei dieser Konfiguration in Umfangsrichtung verlaufende Seitenwände 27 radial außen einen Bodenbereich 26 begrenzen. Radial innen sind die einander benachbarten Seitenwände 27 nebeneinander liegender Filtertaschen 24 längs ihrer in Umfangsrichtung verlaufenden Innenränder 28 verbunden.

[0049] Bezogen auf einen derartigen Grundaufbau werden nachfolgend diverse Möglichkeiten der Beheizung von Filterkörpern erläutert, wobei Fig. 2 bezogen auf den Filterkörper 25 schematisiert eine Ausführungsform veranschaulicht, bei der die Filtertaschen 24, insbesondere deren Seitenwände 27 als Filterflächen direkt beheizt werden. Symbolisch sind hierzu die elektrischen Anschlüsse mit plus und minus angedeutet, und es können im Rahmen einer solchen Lösung die die Filtertaschen 24 bildenden Sintermetallplatten als Filterelemente bei entsprechendem elektrischen Widerstand unmittelbar Heizflächen bilden. Selbstverständlich können die Sintermetallplatten, wiederum bei entsprechender Isolierung, auch Träger entsprechender Heizwendel oder eingebetteter Heizdrähte sein. Bei einer derartigen Beheizung sind die Filterflächen, auf denen sich der Ruß abgelagert, beheizt, und es wird der abgelagerte Ruß über diese Heizflächen auf die zum Abbrennen erforderliche Temperatur aufgeheizt.

[0050] Eine weitere Anordnungsmöglichkeit für Heizelemente zum Aufheizen von Filterkörpern veranschaulicht Fig. 3, wobei im Hinblick auf den gegebenen Grundaufbau des Filterkörpers die diesbezüglich in Fig. 2 verwendeten Bezugszeichen übernommen werden. Vorgesehen sind in dieser Ausgestaltung, die eine stirnseitige Ansicht eines Filterkörpers 25 gemäß Fig. 2 zeigt, in Richtung der Längsachse 23 verlaufende Strahlungsheizkörper 31, die im äußeren Umfangsbereich der Filtertaschen 24 liegen, wobei diesen Strahlungsheizkörpern 31, wie bei 32 symbolisch dargestellt, Reflektoren zugeordnet sein können, die die Strahlungswärme in Richtung auf den Filterkörper 25 reflektieren. Bei dieser Lösung wird ein Teil der Heizenergie aufgrund der Einstrahlung in die nach außen offenen Spalträume 29 teilweise nur indirekt über den in die Spalträumen eindringenden Abgasstrom auf den abzubrennenden, auf den Seitenwänden 27 abgelagerten Ruß übertragen.

[0051] Fig. 4 zeigt, wiederum im Querschnitt, einen Grundaufbau gemäß Fig. 2, wobei nunmehr Heizelemente in Form von Rohrheizkörpern 33 vorgesehen sind, die sich zentrisch über den Umfang der jeweiligen Filtertasche 24 erstrecken und in deren Bodenbereich angeordnet sind. Dargestellt ist wiederum eine alternierende Belegung der Filtertaschen 24 mit Rohrheizkörpern 33, wobei mit dieser Anordnung teils eine Aufheizung der auf die Spalträume 29 einströmenden Abgase, und damit eine indirekte Beheizung der abgelagerten Partikel wie auch teilweise eine direkte Beheizung der Seitenwände 27, und über diese der abgelagerten Partikel, insbesondere Rußpartikel verbunden ist.

[0052] Fig. 5 zeigt, bei der Fig. 2 entsprechender Darstellung und Grundform des Filterkörpers 25, weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten für die Heizelemente und deren Anordnung, wobei als Heizelemente in dieser Ausführungsform Flachheizkörper 34 symbolisch dargestellt sind, die sich in die nach radial außen offenen Spalträume 29 erstrecken, wobei die Flachheizkörper 34 als Flächenheizkörper, Gitterheizkörper, Heizwendeln oder dergleichen ausgestaltet sein können. In der Ausgestaltung gemäß Fig. 5 ist davon

ausgegangen, dass Flachheizkörper 34 Heizringe bilden, die beispielsweise gegenüber dem Gehäuse des Partikelfilters 21, oder auch dem Filterkörper 25 abgestützt sind.

[0053] Abweichend vom Dargestellten besteht auch die Möglichkeit, die Seitenwände 27 der Filtertaschen 24 nicht flächig, sondern profiliert auszubilden, beispielsweise mit Rippen zu versehen, über die die Abstützung der Flachheizkörper unmittelbar möglich ist.

[0054] Die Fig. 6 bis 9 zeigen eine weitere Ausgestaltungsform für Heizelemente 50 und deren Anordnung in dem nach außen offenen, durch die einander zugewandten Seitenwände 52 einander benachbarter Filtertaschen 53 begrenzten Spalraum 51, wobei die Heizelemente 50 eine Halterung 54 in Form eines Tragrahmens für zugehörige Heizleiter 55 aufweisen.

[0055] Im Ausführungsbeispiel sind als Bestandteil eines im Spalraum 51 angeordneten, mehrteiligen Heizelementes 50, wie Fig. 8 zeigt, drei Flachheizkörper 56 bis 58 vorgesehen, die sich zu einem Heizring ergänzen und jeweils über etwa 120° erstrecken, so dass sie einen Sektor des Spalraumes 51 überdecken und bei entsprechender Ansteuerung, bezogen auf den Umfang des Filterkörpers, eine sektorielle Beheizung ermöglichen, wobei entsprechend der Unterteilung die Beheizung auch zeitlich, d. h. sequentiell getaktet sein kann.

[0056] Jeder der Flachheizkörper 56 bis 58 ist in einem Tragrahmen 59 bis 61 angeordnet, und die Tragrahmen, die insgesamt die Halterung 54 bilden, umschließen im Ausführungsbeispiel umfangsseitig die Flachheizkörper 56 bis 58. Im Rahmen der Erfindung liegen selbstverständlich auch Lösungen, bei denen ein Heizelement jeweils durch einen ringförmigen Flachheizkörper gebildet ist, der in einem ringförmigen Tragrahmen angeordnet ist, so dass das jeweilige Heizelement sich als Ringkörper darstellt.

[0057] Bei der in den Figuren dargestellten sektoriellen Unterteilung der Heizelemente 50, gebildet jeweils durch einen Flachheizkörper 56 bis 58 mit zugeordnetem Tragrahmen 59 bis 61, können die Tragrahmen 59 bis 61 ebenfalls zu einer Ringeinheit, insbesondere einer vormontierten Ringeinheit zusammengefasst sein. Eine bevorzugte erfindungsgemäße Lösung besteht darin, die Tragrahmen 59 bis 61 gegen die den Spalraum 51 begrenzenden Seitenwände 52 der Filtertaschen 53 abzustützen und so, wie insbesondere aus Fig. 6 und 7 ersichtlich, einen Tragverbund zwischen den die Halterung 54 bildenden Tragrahmen 59 bis 61 und den Seitenwänden 52 der als Filtertaschen 53 gestalteten Filterelemente zu bilden. Durch diesen Tragverbund können sowohl die Seitenwände 52 wie auch die Tragrahmen 59 bis 61 bezüglich der Wandstärken und der Eigenstabilität gering gehalten werden, da sich durch den Verbund eine wechselseitige Aussteifung ergibt.

[0058] Besonders vorteilhaft ist es im Rahmen der Erfindung, den jeweiligen Tragrahmen 59 bis 61 aus zwei korrespondierenden, insbesondere deckungsgleich zusammensetzbaren Rahmenteilern 62, 63 aufzubauen und diese Rahmenteilern 62 und 63 insbesondere im jeweils inneren und äußeren Umfangsbereich mit bezogen auf die jeweilige Rahmenebene entgegengesetzt gerichteten Ausprägungen 64, 65 zu versehen, denen in den einander gegenüberliegenden, die Begrenzung des jeweiligen, das jeweilige Heizelement 50 aufnehmenden Spalraumes 51 bildenden Seitenwänden 52 korrespondierende Aussparungen 66, 67 zugeordnet sind, so dass durch den wechselseitigen Eingriff die Tragrahmen 59 bis 61, die insgesamt die Halterung 54 bilden, zueinander wie auch zum durch die zusammengefüigten Filtertaschen 53 aufgebauten Filterkörper lagefest fixiert sind. Als zweckmäßig erweist es sich hierzu, die Ausprägungen 64, 65 und die Aussparungen 66, 67 im Konturverlauf so auf-

einander abzustimmen, dass sich eine allseits formschlüssige Abstützung bei geringer Toleranzempfindlichkeit ergibt, wozu es zweckmäßig ist, den Ausprägungen 64, 65 eine ballige Kontur zu vergeben, der die Aussparungen 66, 67 durch entsprechende Ausbildung der jeweiligen Randzonen angepasst sind. Ein derartiger Aufbau ist auch produktionsstechnisch gut zu beherrschen.

[0059] Fig. 8 zeigt, dass sich durch die Ausprägungen 64, 65 und die korrespondierenden Aussparungen 66, 67 bezogen auf den Innenumfangsbereich und den Außenumfangsbereich punktuelle Abstützungen 68, 69 zu den Seitenwänden 52 ergeben, wobei diese Abstützungen in Umfangsrichtung bevorzugt auf Lücke zueinander liegen.

[0060] Die die Flachheizkörper 56 bis 58 umschließende Ausbildung der Tragrahmen 59 bis 61 erlaubt unterschiedlichste Ausgestaltungen für die Flachheizkörper 56 bis 58, die durch zwischen dem jeweiligen Tragrahmen 59 bis 61 gespannte Heizleiter, wie bei 70 strichliert angedeutet, Heizfolien, Heizgitter oder dergleichen gebildet sein können. Insbesondere der geteilte Aufbau der Tragrahmen 59 bis 61 jeweils aus Rahmenteilern 62 und 63 macht es in einfacher Weise auch möglich, den jeweiligen Flachheizkörper, was hier nicht gezeigt ist, zwischen den aufeinanderzulegenden Rahmenteilern 62 und 63 einzuspannen, was insgesamt eine in ihrem Aufbau und auch in der Montage günstige Lösung ergibt.

[0061] Insbesondere erlaubt es die geschilderte Bauweise mit von Tragrahmen 59 bis 61 umschlossenen Flachheizkörpern 56 bis 58, dass die Heizenergie von letzteren nach beiden Seiten gegen die Filterflächen bildenden Seitenwände 52, die den das jeweilige Heizelement 50 aufnehmenden Spalraum 51 begrenzen, in gleicher Weise abgestrahlt wird und dass die jeweiligen Flachheizkörper 56, 58 über ihre ganze Fläche zu den Seitenwänden 52 freiliegen. Ferner gibt die erfindungsgemäße Konstruktion günstige Voraussetzungen für eine entsprechend isolierte Stromzuführung. Von Vorteil ist der geschilderte Aufbau der Heizelemente 50 auch, um die Tragrahmen 59 bis 61 und/oder die Flachheizkörper 56 bis 58 gegebenenfalls katalytisch aktiv auszubilden, so beispielsweise mit einer katalytisch aktiven Beschichtung zu versehen, wobei diese Beschichtung bei dem geschilderten Aufbau auch für die Tragrahmen 59 bis 61 und die Flachheizkörper 56 bis 58 im Rahmen der jeweiligen Vorfertigung aufgebracht und deshalb unterschiedlich gewählt werden kann.

[0062] Fig. 10 und 11 veranschaulichen ein Grundkonzept zur Zusammenfassung von Flachheizkörpern zu Baugruppen bei einer Basisanordnung gemäß Fig. 5, wobei die nunmehr mit 36 bezeichneten Flachheizkörper, die von außen in die Spalräume 29 eingreifen, wie insbesondere Fig. 11 zeigt, als Halbringe ausgebildet sind, und zwar bei gemeinsamer Abstützung gegenüber einem Träger 37, wobei diesem Träger in nicht näher dargestellter Weise auch die erforderlichen elektrischen Anschlüsse und dergleichen zugeordnet sind. Bei dieser Lösung, bei der die halbringförmigen Flachheizkörper zu einer Schale zusammengefasst sind und quasi kammartig in die Spalte 29 eingesetzt werden können, ergibt sich eine bezüglich der Montage, der Wartung wie auch der Führung der elektrischen Anschlüsse besonders günstige Lösung, die auch die Beherrschung der auftretenden Isolationsprobleme in einfacher Weise ermöglicht.

[0063] Angedeutet ist in Fig. 11, dass die ringförmigen Flachheizkörper 36, um die gleichmäßige Anströmung der Filtertaschen 24 nicht zu beeinträchtigen, mit entsprechenden Durchtrittsöffnungen, wie sie bei 38 symbolisch angedeutet sind, versehen sein können. Besonders zweckmäßig ist eine Ausgestaltung, bei der die Flachheizkörper in Gitterform gestaltet sind, da sich entsprechend große Durchtritts-

querschnitte verwirklichen lassen. Auch bei dieser Ausgestaltung können die Flachheizkörper 36 als scheibenförmige Heizelemente, als Träger von Heizwendeln oder mit integrierten Heizleitern ausgestaltet werden, so dass ein großes Spektrum konstruktiver Gestaltungsmöglichkeiten in Verbindung mit diesem Grundkonzept zu realisieren ist.

[0064] Die Fig. 12 und 13 zeigen einen den Fig. 10 und 11 entsprechenden Grundaufbau, nun aber mit einer Verdoppelung der halbringförmigen, zu einer Schale zusammengefassten Flachheizkörper 36, so dass sich eine vollflächige Beheizungsmöglichkeit für die jeweils zu den Flachheizkörpern 36 benachbarten Seitenwände 27 der Filtertaschen 24 ergibt.

[0065] Im Rahmen der Erfindung können, unabhängig von der jeweiligen Ausführungsform, die Heizelemente einzeln oder in Gruppen gesteuert beheizt werden und gegebenenfalls auch bezüglich ihrer Heizflächen oder Heizleiter entsprechend segmentiert sein, so dass die Beheizung sowohl sequentiell wie auch sektoriell gesteuert werden kann. Damit ist es möglich, jeweils bestimmte Bereiche der Filterelemente oder des ganzen Filterkörpers gezielt zu beheizen, wie auch insgesamt den jeweiligen beheizten Flächenanteil zu variieren. Durch eine frequenzmodulierte Ansteuerung ist darüber hinaus auch noch eine zeitliche Variable gegeben, so dass die Beheizung entsprechend bedarfsgerecht beeinflusst werden kann.

[0066] Fig. 14 zeigt ausschnittsweise eine vergrößerte Darstellung einzelner Filtertaschen 24 in Verbindung mit einer Flachheizkörperanordnung gemäß Fig. 10 und 11, wobei der Träger für die Flachheizkörper 36 wiederum mit 37 bezeichnet ist. In Fig. 14 ist insbesondere veranschaulicht, dass die Flachheizkörper 36, um Kurzschlußverbindungen auszuschließen, mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung 48 versehen sein können, wobei diese Beschichtung 48 gegebenenfalls als keramische Beschichtung ausgebildet sein und/oder gleichzeitig als Katalyt dienen kann. Die Beschichtung 48 kann auch Träger eines Katalyten 39 sein. Anstelle einer derartigen katalytischen Beschichtung 39 kann die Schicht 48 auch entsprechend katalytisch getränkt sein.

[0067] Fig. 14 veranschaulicht desweiteren einen zweckmäßigen Aufbau des Filterkörpers 25, derart, dass die Filtertaschen 24 jeweils aus zwei spiegelsymmetrisch ausgebildeten Sintermetallscheiben zusammengesetzt sind, die angrenzend an die Seitenwände 27 bildenden Mittelbereiche radial außen aufeinander zulaufend abgesetzt sind, und radial innen in entgegengesetzter Richtung, so dass sich die besprochene Mäanderstruktur ergibt. Insbesondere die Mittelbereiche der Seitenwände 27 bilden Filterflächen.

[0068] Bezogen auf die Möglichkeit einer sowohl sequentiell wie auch sektoriell und/oder frequenzmoduliert gesteuerten Beheizung der Heizelemente zeigt Fig. 15 das Schema eines Schaltplanes, in dem darüber hinaus auch einige im Rahmen der erfindungsgemäß durchzuführenden Regeneration zweckmäßige Steuerparameter veranschaulicht sind.

[0069] Die Heizelemente sind schematisch mit 40 bezeichnet und beispielsweise frequenzmoduliert anzusprechen, was symbolisch über den frequenzmodulierten Drehschalter 41 veranschaulicht ist. Weitere Steuerparameter sind die Abgastemperatur, die über einen entsprechenden Abgassensor 42 erfaßt werden kann, sowie der Abgasgegen- druck, der über einen Drucksensor 43 erfaßt wird. Zweckmäßig ist auch die Erfassung von Motorbetriebszuständen, so hier des Bremsbetriebes über eine entsprechende Sensorik 44, wobei der Bremsbetrieb zweckmäßigerweise für die Durchführung der Regeneration benutzt wird, was durch die hier veranschaulichte Vorrangschaltung symbolisiert ist. Weiter wird zweckmäßigerweise die Temperatur des Parti-

kelfilters berücksichtigt, was über eine Sensorik 45 veranschaulicht ist, wobei für die Regeneration eine Mindesttemperatur des Partikelfiltergehäuses zweckmäßig ist.

[0070] Werden die Heizelemente und/oder Sinterplatten katalytisch genutzt, durch entsprechende Beschichtungen oder dergleichen, so ist es zweckmäßig, eine gewisse Grundtemperatur in Bezug auf diesen Verwendungszweck, bevorzugt unabhängig von der Durchführung der Regeneration vorzusehen, wobei eine diesbezügliche Schaltungsanordnung für die Heizelemente durch die Schaltsensorik 46 veranschaulicht ist.

[0071] Die Erfindung ist dargestellt und beschrieben im Hinblick auf eine Durchströmung von außen nach innen. Im Rahmen der Erfindung liegt auch eine Durchströmung von innen nach außen, die unter Beibehaltung der prinzipiellen Lösung mit gewissen Anpassungen insbesondere hinsichtlich der Anordnung und Gestaltung der Heizelemente zu realisieren ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abtrennen von Rußpartikeln in Partikelfiltern mit Filterelementen, die abwechselnd gegen die Anström- und die Abströmseite offene und über zwischenliegende Filterflächen voneinander getrennte Spalträume begrenzen, insbesondere für Dieselmotorkraftmaschinen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rußpartikel auf den Filterflächen (Seitenwände 7; 27) der Filterelemente (Filtertaschen 4; 24) flächig abgelagert und in den Spalträumen (9; 29) zwischen aufeinanderfolgenden Filterelementen (Filtertaschen 4; 24) durch flächige elektrische Beheizung abgebrannt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die abgelagerten Rußpartikel berührungslos, insbesondere nahezu berührend flächig aufgeheizt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filterflächen (Seitenwände 7; 27) der Filterelemente (Filtertaschen 4; 24) flächenanteilig, insbesondere sektoriell aufgeheizt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filterflächen (Seitenwände 7; 27) der Filterelemente (Filtertaschen 4; 24) zeitversetzt, insbesondere sequentiell beheizt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei in der Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Dieselmotorkraftmaschine eingesetztem Partikelfilter und Auslegung der Abgasanlage auf einen vorgegebenen Gegendruck bei Nenndrehzahl, das Abbrennen des Rußes für jeweils vorgegebene Bereiche der Filterflächen (Seitenwände 7; 27) zeitlich versetzt durchgeführt und, bezogen auf die Nenndrehzahl und die maximale Wärmezufuhr zum Partikelfilter, im mittleren bis oberen Drehzahlbereich unter Erfassung eines Flächenanteiles erfolgt, und der unterhalb von 75% der Filterfläche liegt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auslegung auf die Erfassung eines Flächenanteiles erfolgt, der etwa der halben Filterfläche entspricht.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Größe des jeweils für das Abbrennen des Rußes genutzten Flächenanteiles bei Einsatz des Partikelfilters in Kraftfahrzeugen in Berücksichtigung des Fahrverhaltens des Fahrers des Fahrzeuges festge-

legt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe des jeweils für das Abbrennen des Rußes genutzten Flächenanteiles in Berücksichtigung der über einem vorausgegangenen Zeitraum erfassten Betriebszustände festgelegt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes in Abhängigkeit von der Abgastemperatur gesteuert wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes in Abhängigkeit vom Abgasgegendruck gesteuert wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes in Berücksichtigung der Temperatur des Partikelfilters, insbesondere des Partikelfiltergehäuses gesteuert wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes in Abhängigkeit von der Dicke des Partikelbelages der Filterfläche (Seitenwände 7) gesteuert wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes in Berücksichtigung des momentanen Betriebszustandes der Brennkraftmaschine gesteuert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes im Bremsbetrieb der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes bei in Fahrzeugen eingesetzten Partikelfiltern fahrzustandsabhängig durchgeführt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes im Bremsbetrieb des Fahrzeuges durchgeführt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes im Bremsbetrieb des Fahrzeuges unter Nutzung der Antriebsleistung der Brennkraftmaschine zur Erzeugung von für die Wärmezufuhr nutzbarer Elektrizität durchgeführt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes über die extern zugeführte Wärmemenge gesteuert wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbrennen des Rußes für die jeweiligen Flächenanteile bedarfsabhängig frequenzmoduliert erfolgt.

20. Partikelfilter, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit Filterelementen, die abwechselnd gegen die Anström- und die Abströmseite offene und über zwischenliegende Filterflächen voneinander getrennte Spalträume begrenzen, dadurch gekennzeichnet, dass der mit externer Wärmezufuhr arbeitende Partikelfilter (1; 21) als elektrothermisch regenerierbarer Partikelfilter (1; 21) ausgebildet ist.

21. Partikelfilter nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass in Überdeckung zu den spaltseitigen Filterflächen flächige, elektrische Heizelemente (z. B. 34; 36; 40; 50) vorgesehen sind.

22. Partikelfilter nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterelemente durch Filtertaschen

(4; 24; 53) gebildet sind.

23. Partikelfilter nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass die flächigen Heizelemente (34; 36; 40; 50) berührungsfrei, insbesondere nahezu berührend zu den Filterflächen (Seitenwände 7) liegen.

24. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere flächige Heizelemente (36) zu einem Heizkörper zusammengefasst sind.

25. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Filterelemente (Filtertaschen 4) mit tellerförmigem Querschnitt ihrer Filterflächen (Seitenwände 7) zu einem Filterblock zusammengefasst sind, der eine mäanderförmige Außenkontur aufweist und dass die Heizelemente (36) als Ringe oder Ringsegmente ausgebildet sind, die in die Spalträume (9) zwischen aufeinanderfolgende Filterflächen (Seitenwände 7) eintauchend angeordnet sind.

26. Partikelfilter nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere, zu einem Heizkörper zusammengefasste Heizelemente mit ihren Ringsegmenten kammartig in die Spalträume (9) zwischen benachbarten, insbesondere aufeinanderfolgenden Filterelementen (Filtertaschen 4) eintauchen.

27. Partikelfilter nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass bei kammartig aufgebautem Heizkörper mindestens zwei Filterelemente (Filtertaschen 24) einem Spaltraum (29) zugeordnet sind.

28. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 21 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizelemente (z. B. 36) und die Filterelemente (4; 24) bezüglich ihrer korrespondierenden Flächen zumindest im Bereich ihrer wechselseitigen Überdeckung im Querschnitt konturförmig ausgebildet sind.

29. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 21 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Energieverbrauch der Heizelemente (z. B. 36) durch ihren inneren Widerstand bestimmt ist.

30. Partikelfilter nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizelemente (50) eine Halterung (54) und mindestens einen zugehörigen Heizleiter (55) aufweisen.

31. Partikelfilter nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (54) als zum zugehörigen Heizleiter (Flachheizkörper 56 bis 58) umfangsseitiger Tragrahmen (59 bis 61) ausgebildet ist.

32. Partikelfilter nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen Halterung (54) und Heizleiter (55) elektrisch isolierend ausgebildet ist.

33. Partikelfilter nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (54) als Stützskelett zwischen spaltbildend zueinander angeordneten Filterelementen (Filtertaschen 53) vorgesehen ist.

34. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 30 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (54) aus mehreren, nach Integration der Heizleiter (55) verbundenen Teilen (Rahmenteile 62, 63) aufgebaut ist.

35. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 30 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizleiter aus warmfestem Material in Form von Folien oder Drähten besteht.

36. Partikelfilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 30 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizleiter (55) eine elektrisch isolierende Beschichtung aufweisen.

37. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 30 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (54) und/

oder die Heizleiter (55) eine Beschichtung mit einer katalytisch aktiven Komponente aufweisen.

38. Partikelfilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass den insbesondere radial gerichteten, einseitig endgeschlossenen Filterelementen (Filtertaschen 24) als Heizelemente Strahlungsheizkörper (31) zugeordnet sind.

39. Partikelfilter nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass den radial gerichteten, einseitig endgeschlossenen Filterelementen (Filtertaschen 4; 24) als Heizelemente Konvektoren (Rohrheizkörper 11; 33) zugeordnet sind.

40. Partikelfilter nach Anspruch 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, dass als Heizelemente Heizstäbe (Strahlungsheizkörper 31) vorgesehen sind.

41. Partikelfilter nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizstäbe (Strahlungsheizkörper 31) dem Außenumfang des Filterkörpers zugeordnet sind.

42. Partikelfilter nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizstäbe (Strahlungsheizkörper 31) in Längsrichtung des Filterkörpers verlaufend angeordnet sind.

43. Partikelfilter nach Anspruch 41 oder 42, dadurch gekennzeichnet, dass den Strahlungsheizkörper (31) bildenden Heizstäben Reflektoren (32) zugeordnet sind.

44. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 40 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizstäbe in Umfangsrichtung des Filterkörpers verlaufend angeordnet sind.

45. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 42 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizstäbe den Filterkörper umschließend angeordnet sind.

46. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 41 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizstäbe (Rohrheizkörper 33) in den geschlossenen Bodenbereich der Filtertaschen integriert sind.

47. Partikelfilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass die flächigen, insbesondere plattenförmigen Heizelemente in Gitterstruktur ausgeführt sind.

48. Partikelfilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterelemente des Partikelfilters (21) als Heizelemente ausgebildet sind.

49. Partikelfilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterelemente Träger von Heizleitern sind.

50. Partikelfilter nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass in die Filterelemente Heizleiter integriert sind.

51. Partikelfilter nach einem oder mehreren Ansprüche 20 bis 50, dadurch gekennzeichnet, dass die als Katalysatoren ausgebildeten Heizelemente unabhängig von ihrer Beheizung zum Abbrennen des Rußes auf eine katalytische Arbeitstemperatur aufheizbar sind.

52. Partikelfilter nach Anspruch 51, dadurch gekennzeichnet, dass die katalytische Arbeitstemperatur die Ausgangstemperatur für eine weitere Aufheizung zum Abbrennen des Rußes bildet.

53. Partikelfilter nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterelemente durch einseitig endgeschlossene Filtertaschen ausgebildet sind.

54. Partikelfilter nach Anspruch 53, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils benachbarte Filtertaschen mit ihrem geschlossenen Ende wechselweise der An- und der Abströmseite zugeordnet sind.

55. Partikelfilter nach Anspruch 53, dadurch gekenn-

zeichnet, dass jeweils benachbarte Filtertaschen mit ihren offenen Enden der An- oder Abströmseite zugewandt sind und mit ihren einander benachbarten Wänden in Gegenrichtung offene Spalträume begrenzen.

56. Partikelfilter nach Anspruch 53, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtertaschen als einseitig endgeschlossene Ringkanäle ausgebildet sind.

57. Partikelfilter nach Anspruch 56, dadurch gekennzeichnet, dass einander umschließende Ringkanäle eine gemeinsame Kanalwand aufweisen.

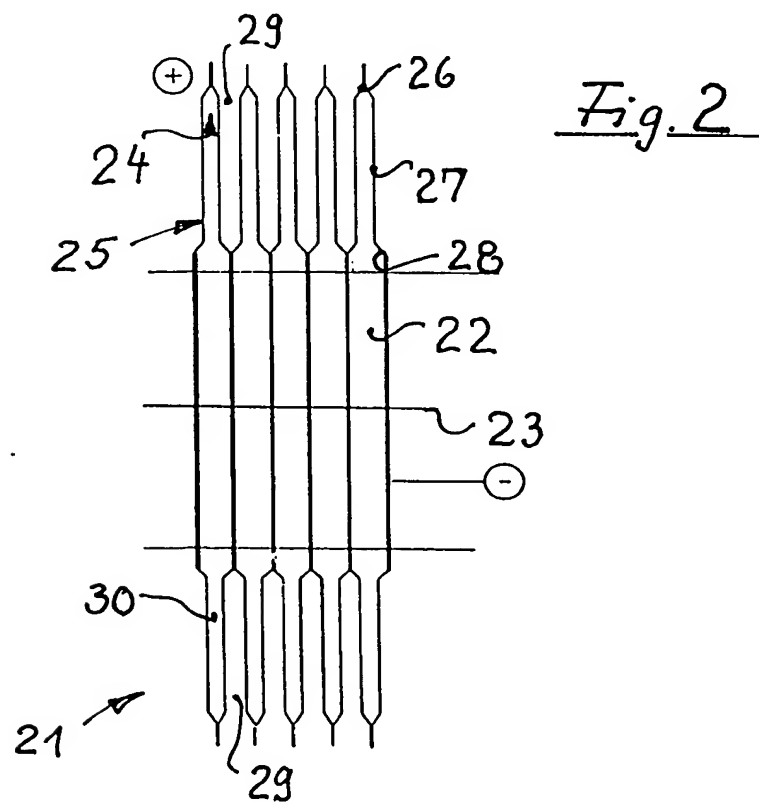
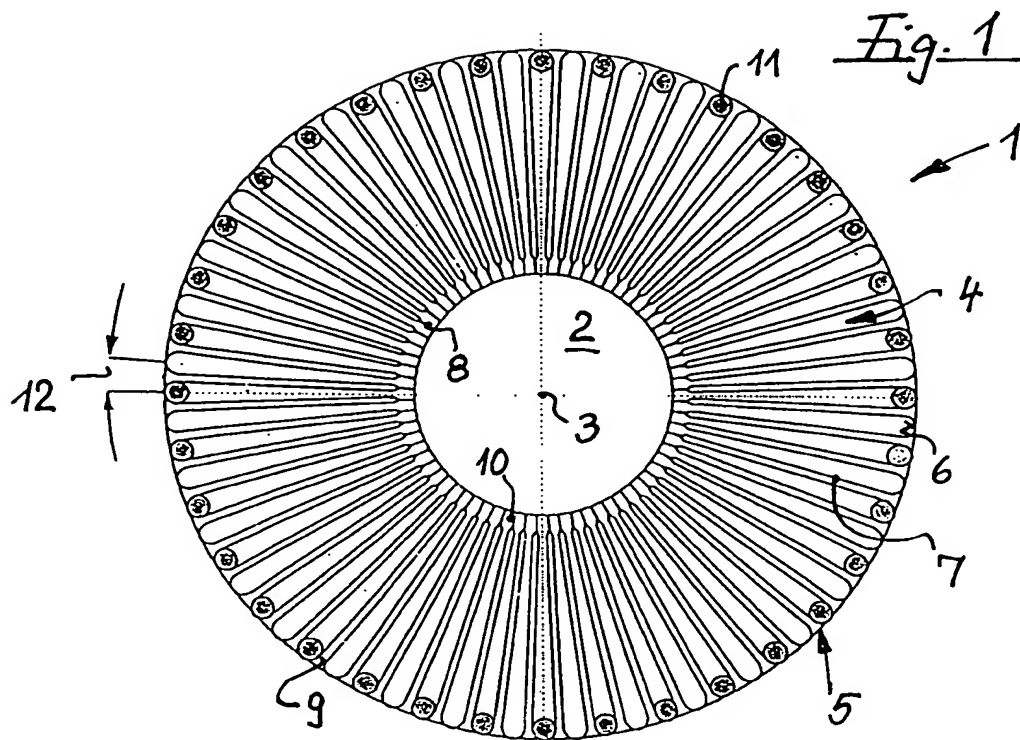
58. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 20 bis 57, gekennzeichnet durch Filterflächen mit über ihrer Erstreckung unterschiedlicher Porosität.

59. Partikelfilter nach Anspruch 58, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterflächen, bezogen auf die Durchströmrichtung der Filterelemente, in radialer und/oder axialer Erstreckung in Filterporosität variieren.

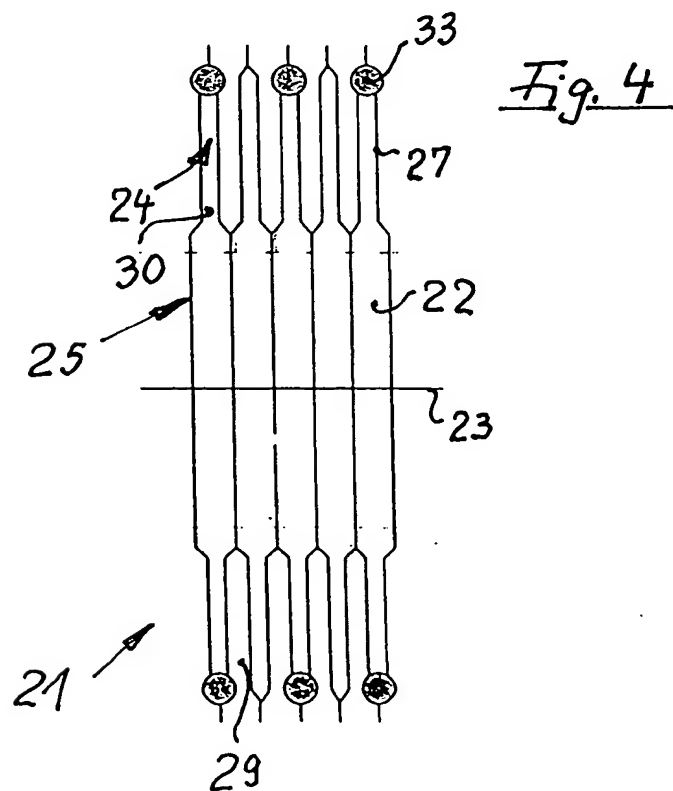
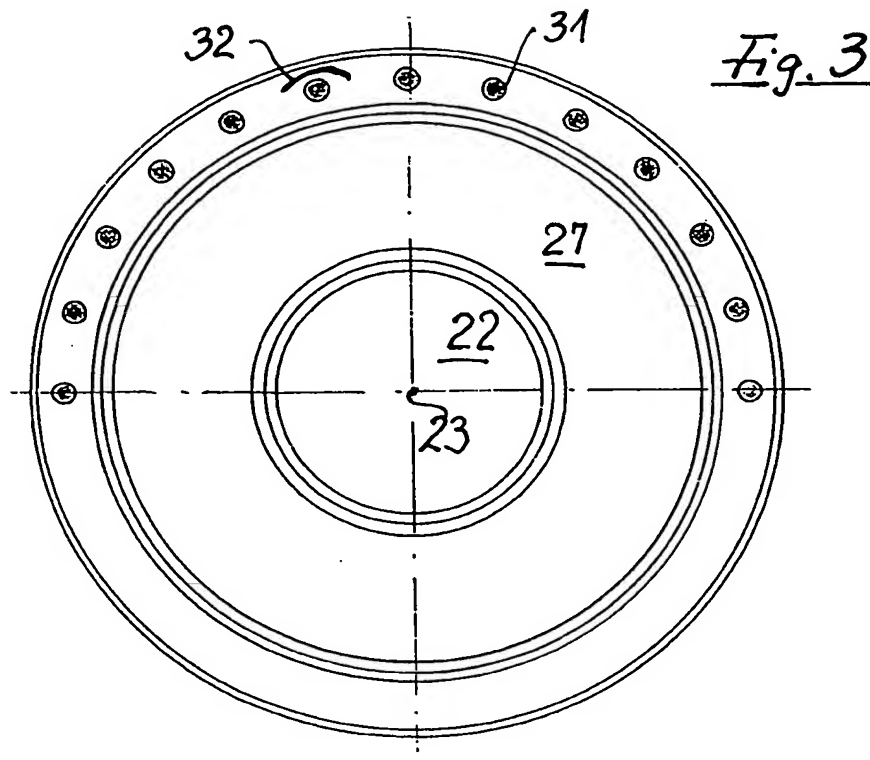
60. Partikelfilter nach Anspruch 58 oder 59, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterporosität in Abhängigkeit von der Druckverteilung über der Filterfläche variabel ist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY

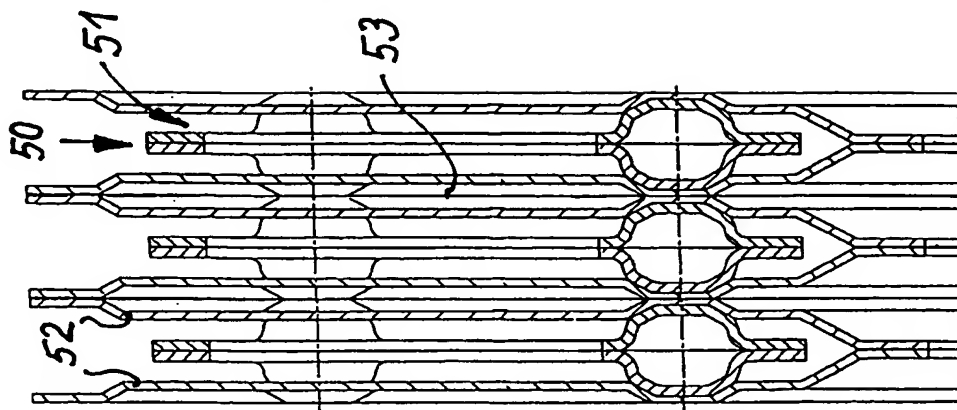


Fig. 6

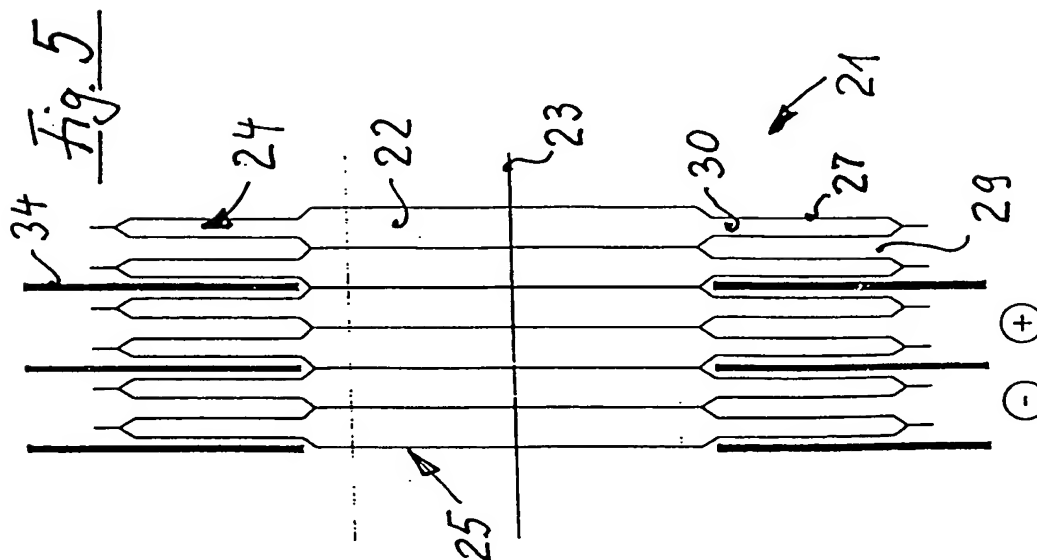
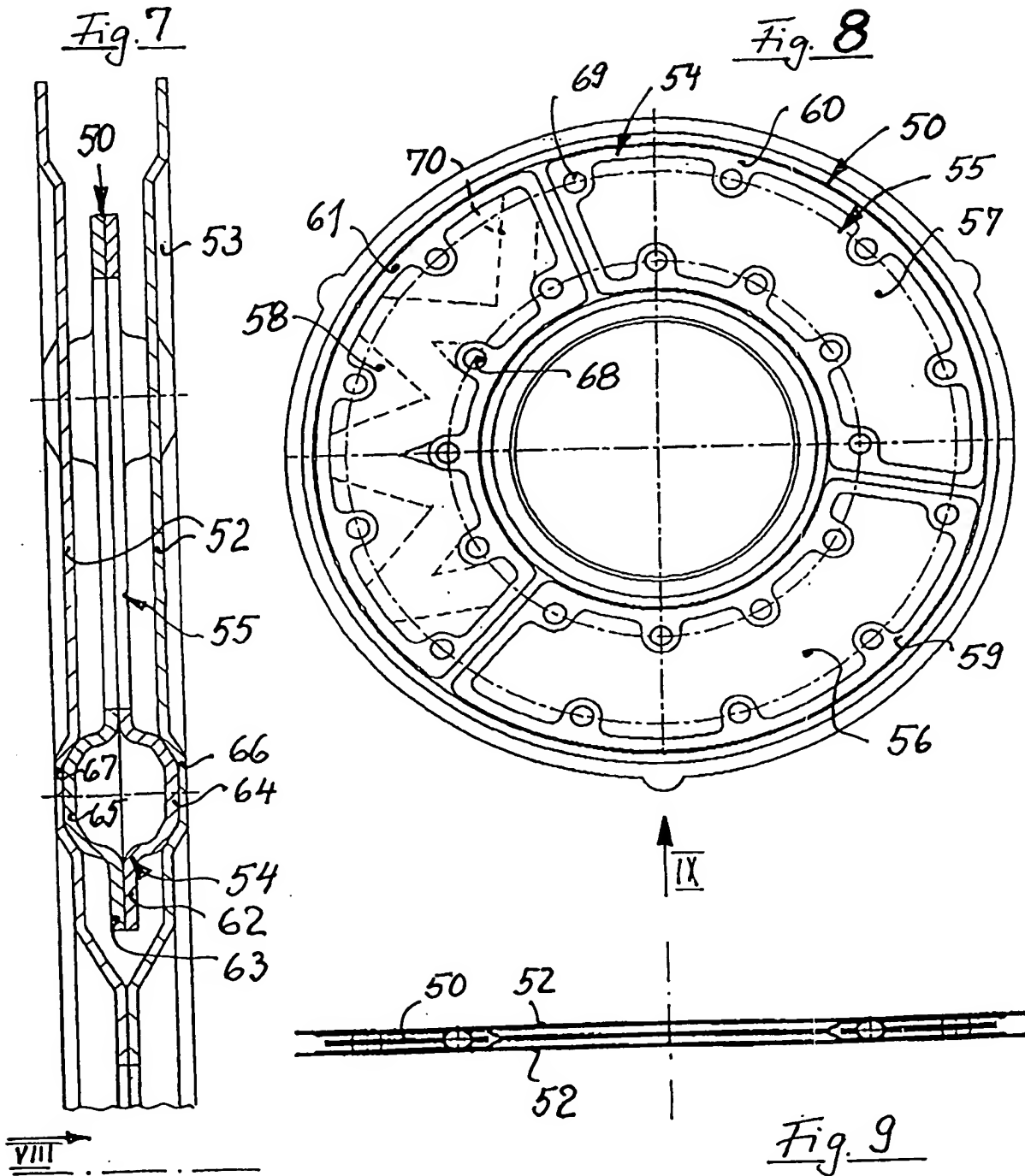


Fig. 5

BEST AVAILABLE COPY



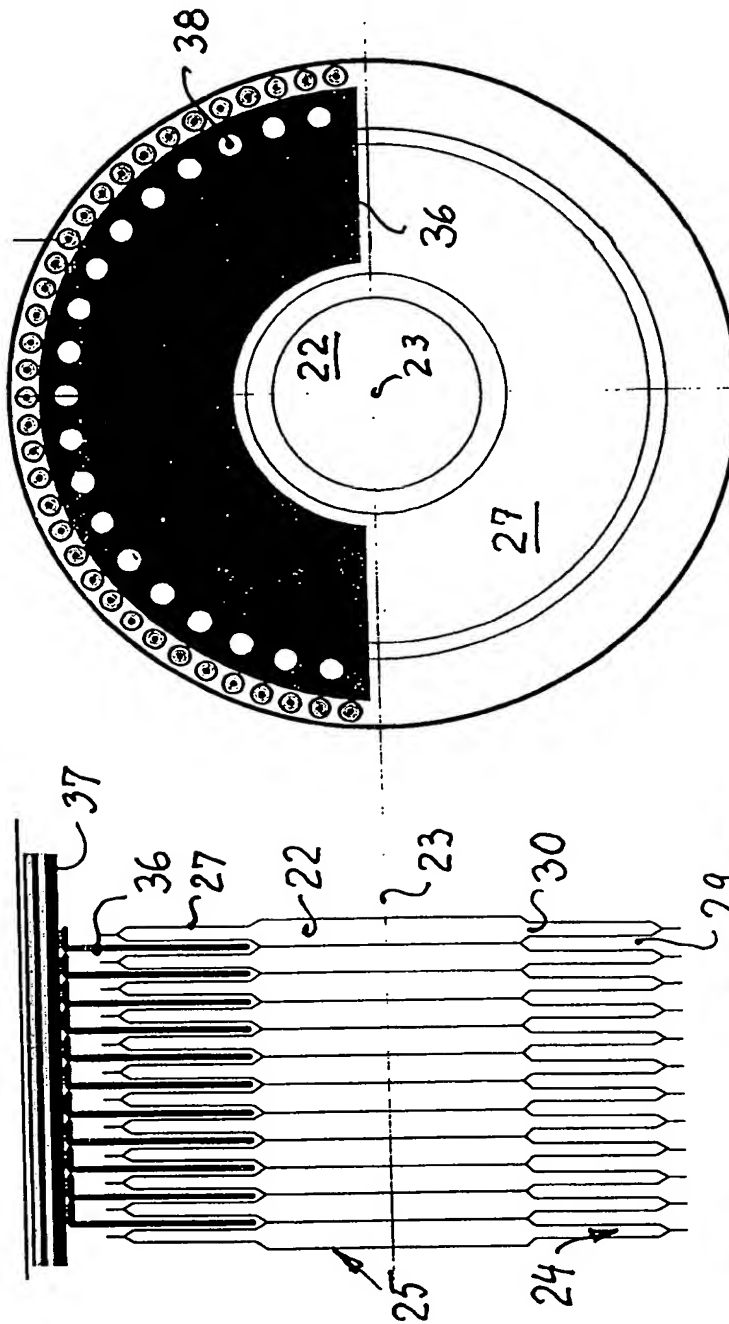


Fig. 11

Fig. 10

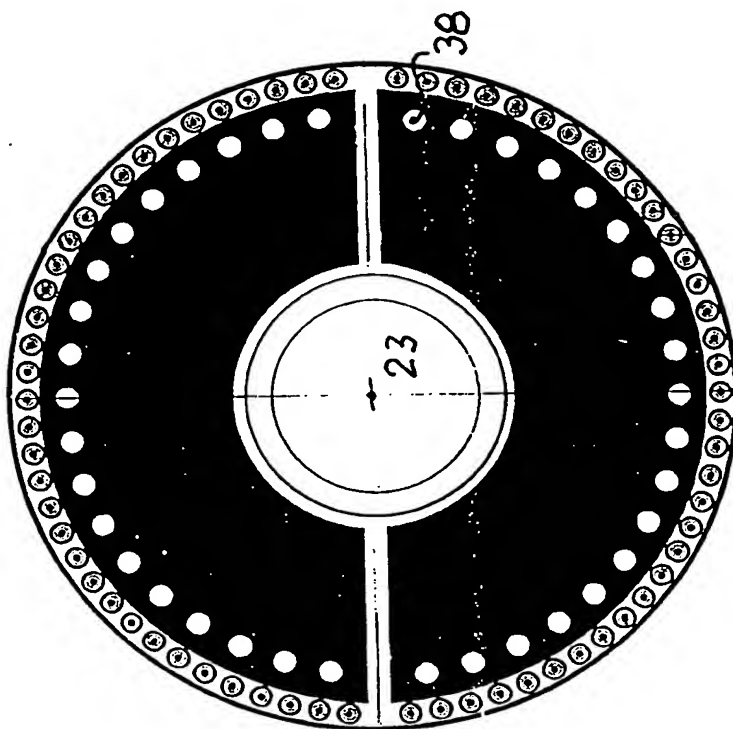


Fig. 13

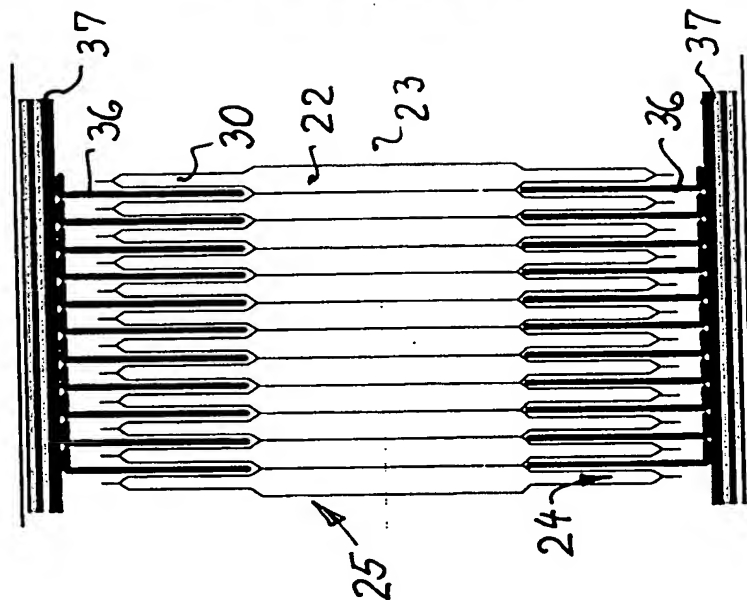


Fig. 12

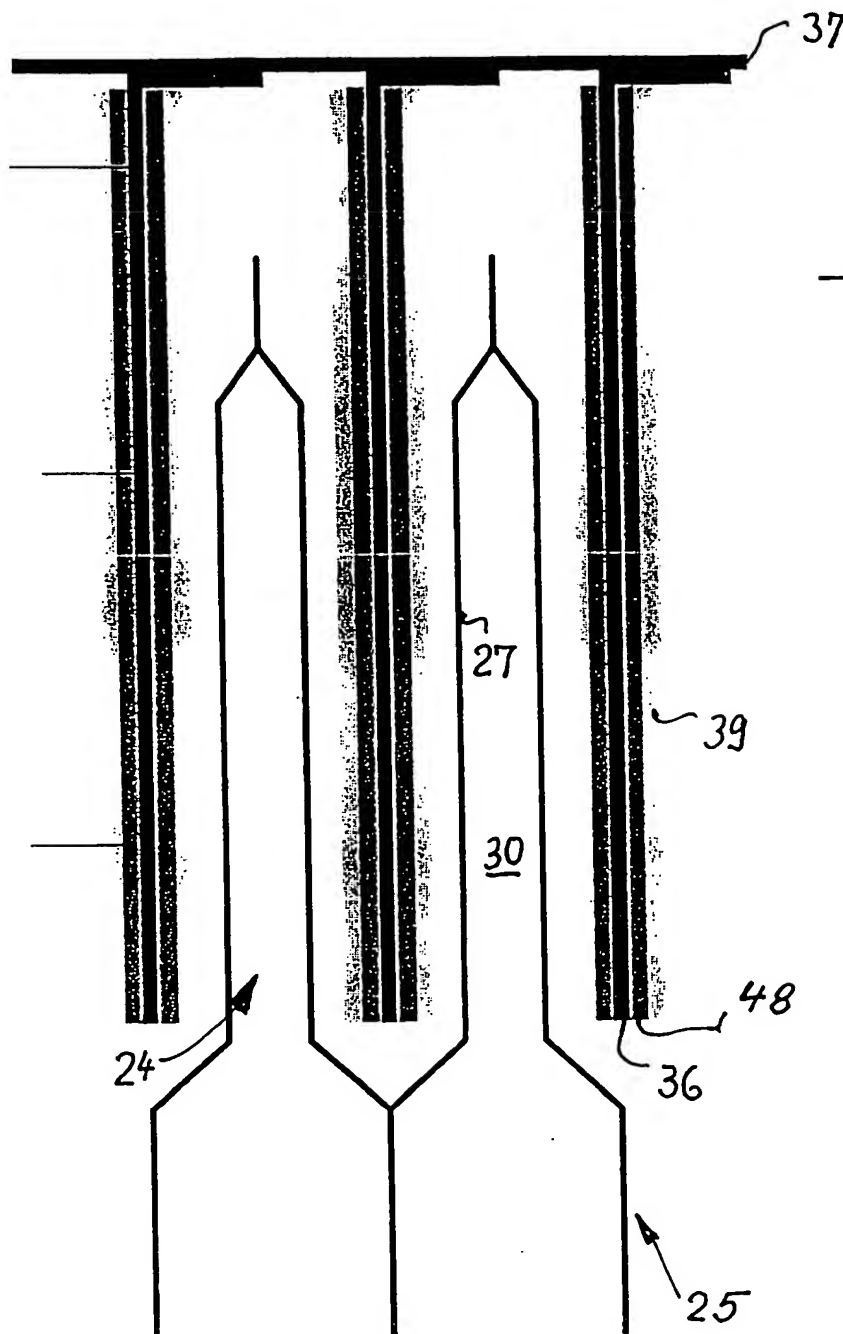


Fig. 14

Fig. 15

